

Makina Elektrikoak

1. Praktika

Transformadore monofasikoaren hutseko eta zirkuitulaburreko saikuntza.

Transformadore monofasikoen parametroen determinazioa

Unai Martinez Corral

Bilboko IITUE

2009-03-15

Aurkibidea

1. Helburuak.....	1
2. Oinarri teorikoak.....	2
2.1 Hutseko saiakuntza.....	3
2.2 Zirkuitulaburreko saiakuntza.....	4
3. Prozeduraren laburpena.....	7
3.1 Transformadorearen hutseko saiakuntza.....	7
3.2 Transformadorearen zirkuitulaburreko saiakuntza.....	7
4. Erabilitako tresnak eta elementuak.....	9
5. Emaitzak eta konklusioa.....	10
Eranskina.....	12
Sekundarioa primarioa murrizketa.....	12
Primarioa sekundarioa murrizketa.....	13
Lizentzia eta aitortpenak.....	15

1. HELBURUAK

Transformadore monofasiko baten zirkuitu baliokidea irudikatzeko, zenbait parametroren balioak behar ditugu. Hauek aurkitzeko neurketa tresnen erabilera, magnitude elektrikoen jakitea eta eskema elektrikoen muntaiari lotutako ezagutzak praktikan jarri beharko ditugu, bi saiakuntza ezberdin burutuz: hutseko saiakuntza eta zirkuitulaburrekoa. Saiakuntza hauek helburua lortzeko merkeak eta doiak izanagatik burutuko ditugu.

Lehengoan eskuratutako balioen bitartez X_{μ} eta R_{Fe} parametroak kalkulatzeko aukera izango dugu. Makinaren nukleoan ematen diren galeren adierazgarri izango ditugu, eta paraleloan jarrita berau ordezkatzeko dute gure zirkuituan. Bigarren saiakuntza, aldiz, R_{ZL} eta X_{ZL} parametroen adierazle izango da. Korrante izendatua eginez gero, neurtutako potentzia kobreak ematen diren galeren berdina izango dugu.

Laburbilduz:

- Transformadore monofasiko batekin hutseko eta zirkuitulaburreko saiakuntzak burutzea.
- Makinaren eskema baliokidea burutzeko behar ditugun parametroak determinatzea.
- Magnitude elektrikoen neurketen ezagutzak aplikatzea eta eskemea elektrikoen muntai eta garapenak lantzea.



2. OINARRI TEORIKOAK

Makina elektrikoa den transformadore batekin teorikoki lan egitean kalkuluak errazteko eta arintzeko, gertatzen diren fenomeno fisiko guztiak deskribatu eta kalkulatu beharrean, zirkuitu baliokidea erabiliko dugu. Zirkuitu hurbildu honek aipatutako fenomenoek eragindakoen antzeko erantzunak induzituko ditu, baina, esan bezala, lana sinplifikatuz. Elementu elektrikoak baino ez ditugu izango, energia trukaketa magnetikoak ere horrela adieraziz.

Transformadore erreal batekin lanean ari garenez, honek galerak izango ditu, eta hauek adierazteko, aipatutako zirkuituak zenbait parametro izango ditu. Parametro horiek orokorrak izan lirarteke, baina aldakorrek dira makina batetik bestera, eta ereduak erabiltzekotan ezingo genuke burututako kalkuluen zuzentasuna gure diseinurako egokitzat ziurtasunez jo. Beraz, zirkuitu baliokidea egitean, eta behar ditugun parametroen balioak aurkitzean, transformadorearen funtzionamenduaren analisia zehazten ari gara, gure kasurako partikularizatzen.

Behin eta berriz aipatutako zirkuitu baliokide zehatza, esan bezala, sinplifikazioa dugu. Fenomeno magnetikoak desagerrarazteko, nahiz eta baliokidetasunez eraginak adierazi, ordezkatzen dituzten elementuak sinbolo elektrikoekin aldatuko ditugu. Sinplifikazio zehatz horrek, zuzenean neurtu ezin ditugun balioak dituzten zenbait elementu ditu bere baitan. Zirkuitu eta neurketa arteko baliokidetasuna sortzeko, zirkuitu baliokide horren sinplifikazio are handiago erabiliko dugu. Honek, transformadorearen nukleoan dauden harilkaduren arteko espira kopuru ezberdintasuna berdintzea dakar. Bi eratara egin dezakegu hori: sekundarioko espira kopurua primariokoarekin berdinduz ($N_1=N'_2$) -sekundariotik primariorako murrizketa litzateke hori- edo primarioko espira kopurua sekundariokoarekin parekatuz ($N'_1=N_2$) -primariotik sekundariorako murrizketa-. Nahiz eta eredu erabiliena lehena izan, biek emango dizkigute emaitza zuzenak, kalkuluak ondo buruz gero behintzat. Eranskinean ikusi daitezke bi murrizketak (zirkuitu baliokide hurbilduak) eta zirkuitu baliokide zehatza.

Azaldutako baliokidetasuna mantendu dadin, makinaren baldintza energetikoak berdina izan daitezzen ezinbestekoa dugu. Honek esan nahi du potentzia aktiboa, P , eta potentzia erreaktiboa, Q , berdinak beharko dutela izan, baita hauen banaketa ere.

Hemendik aurrera sekundariotik primariorako murrizketaren zirkuitu baliokide hurbilduarekin egingo dugu lan. Edozein adierazpen ulertzeko informazioa behar izanez gero, eranskinean aurkitu daitezke erlazio guztiak.



2.1 Hutseko saiakuntza

Hutseko saiakuntzean sekundarioko borneak airean utziko ditugu, kargarik egon ez dadin. Egoera honetan sekundarioko korrontea, I'_2 alegia, 0 dela onartu dezakegu, beraz, harilketaren erresistentziaren (R_{ZL}) eta dispartzio fluxuaren (X_{ZL}) balioak mesprezagarriak ditugu.

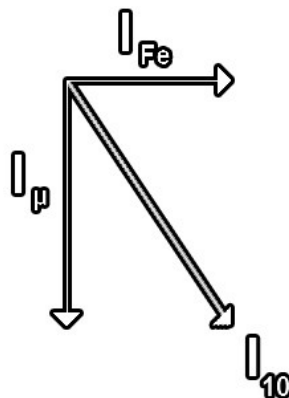
Hori dela eta, neurtutako potentzia burdin galerenaren oso antzekoa izango dugu. Serieko elementuak mesprezatu, transformadore monofasikoaren R_{Fe} eta X_μ parametroak determinatzeko hurbilketa dugula esan dezakegu.

$$W = P_0 = P_{Fe} + |\vec{I}_{10}| \cdot R_{ZL} \qquad W = P_0 \simeq P_{Fe}$$

$$P_{Fe} = R_{fe} \cdot I_{Fe}^2 \rightarrow R_{Fe} = \frac{|\vec{U}_{10}|^2}{P_{Fe}} \qquad \cos \varphi_0 = \frac{P_{Fe}}{|\vec{U}_{10}| \cdot |\vec{I}_{10}|}$$

φ -ren balioa ezagutuz gero, hau da, karga erresistibo eta induktiboan zehar igarotzen diren korronteen arteko angelua, eta korronteen batura irakurketa tresnak emango digula kontuan izanik, bakoitzaren balioa ezagutu dezakegu -jakin badakigulako karga induktibokoa tentsioarekiko atzeratuta agertuko dela, erresistibokoa fasean egongo den bitartean-. Ondorioz, intentsitatea eta tentsioa jakinda, kargen balioak kalkulatu ahal izango ditugu, Ohm-en legea aplikatuz.

$$|\vec{I}_{Fe}| = |\vec{I}_{10}| \cdot \cos \varphi_0 \qquad X_\mu = \frac{|\vec{U}_{10}|}{|\vec{I}_\mu|} \qquad |\vec{I}_\mu| = |\vec{I}_{10}| \cdot \sin \varphi_0 \qquad R_{Fe} = \frac{|\vec{U}_{10}|}{|\vec{I}_{Fe}|}$$



2.2 Zirkuitulaburreko saiakuntza



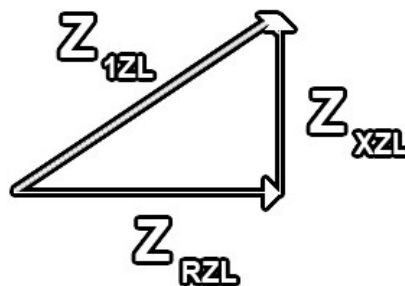
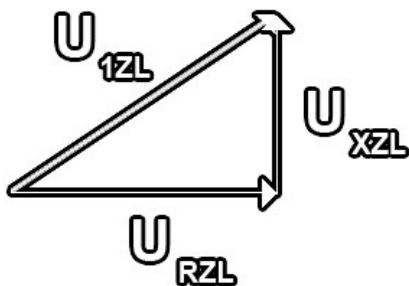
Oraingo honetan, seriko elementuak mesprezatu beharreen, paraleloan konektatutakoak utziko ditugu alde batera. Hori lortzeko, sekundarioko borneak elkarren artean konektatuko ditugu. Hau egitean, erresistentzia askoz txikiagoa egonda, bertatik joango da korrante gehiena, aurreko atalean aztertutako elementuen (R_{Fe} eta X_{μ}) zeharrekoa mesprezagarria bihurtuz eta, ondorioz, beraien kargen balioak ere.

Saiakuntza honetan, transformadorea hautsi ez dadin, sekundarioko korrante izendatuarekin lan egingo dugu. Aurrekoan zuzenean tentsio izendatuekin lan egin genezakeen, baina oraingoan, zirkuitulaburrean dagoela kontuan izanik, tentsio nominalera konektatzeak makina zuzenean erretzea suposatuko luke.

Egoera honetan, neurtutako potentziaren balioa, Joule efektuaren ondorioz harilkaduretan sortutako galeren berdina izango da:

$$P_{ZL} = P_{cu}$$

Aurreko saiakuntzan korranteekin gertatu bezala, oraingoan tentsioak korrantearekiko fase ezberdinetan agertuko dira. Erresistentziaren zeharkako korrantea, karga erresistiboa izanik, fasean izango dugu. Induktantziaren zeharrekoa, aldiz, 90° aurreratuta izango dugu. Datu hauek kontuan izanik eta berriz ere prozedura oso antzekoa jarraituz:



$$|\vec{Z}_{1ZL}| = \frac{|\vec{U}_{1ZL}|}{|\vec{I}_{1ZL}|}$$

$$P_{ZL} = \vec{U}_{1ZL} \cdot \vec{I}_{1ZL} \cdot \cos \varphi_{ZL}$$

$$R_{ZL} = Z_{1ZL} \cdot \cos \varphi_{ZL}$$

$$X_{ZL} = Z_{1ZL} \cdot \sin \varphi_{ZL}$$

Esan bezala, neurketak korrante izendatuarekin eginez gero, neurtutako potentzia kobreak ematen diren galeren berdina izango da. Baina, beste korrante batekin egiten baditugu neurketak, galeren balioa ezagutzeko zenbait kalkulu burutu beharko ditugu:

$$I_{ZL} = I_{Labur} \neq I_n \quad Z_{1ZL} = \frac{U_{1ZL}}{I_{1n}} = \frac{U_{1labur}}{I_{1labur}} \quad P_{labur} = R_{1ZL} \cdot I_{1ZL}^2$$

$$U_{1ZL} = U_{1Labur} \cdot \frac{I_{1n}}{I_{1labur}} \quad P_{ZL} = P_{labur} \cdot \frac{I_{1n}^2}{I_{1labur}^2}$$

Saiakuntza honetan zehar ematen diren tentsio erorketak izendatuarekiko ehunekoetan emateko aukera dugu:

$$\epsilon_{ZL} = \frac{|\vec{U}_{1ZL}|}{|\vec{U}_{1n}|} \cdot \% 100 \quad \epsilon_{RZL} = \frac{|\vec{U}_{RZL}|}{|\vec{U}_{1n}|} \cdot \% 100 \quad \epsilon_{XZL} = \frac{|\vec{U}_{XZL}|}{|\vec{U}_{1n}|} \cdot \% 100$$

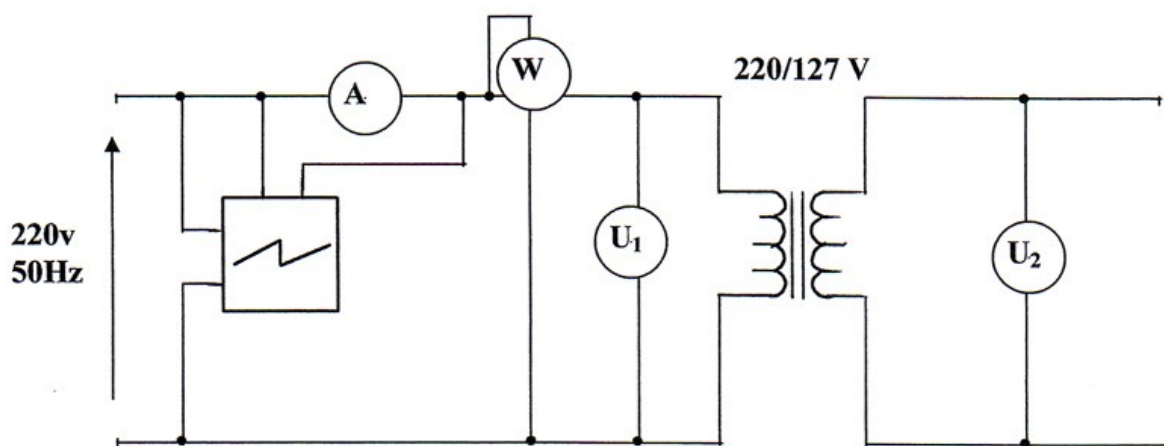
$$\epsilon_{XZL} = \sqrt{\epsilon_{ZL}^2 - \epsilon_{RZL}^2}$$



3. PROZEDURAREN LABURPENA

3.1 Transformadorearen hutseko saiakuntza

Lehenengo saiakuntza hau burutzeko, transformadorearen sekundarioko borneak airea utziko ditugu, primarioa tentsio izendatura konektatu bitartean, eta neurketa tresnak irudian agertu bezala konektatuta ditugula. Egoera horretan, tresnen irakurketak hartuko ditugu.



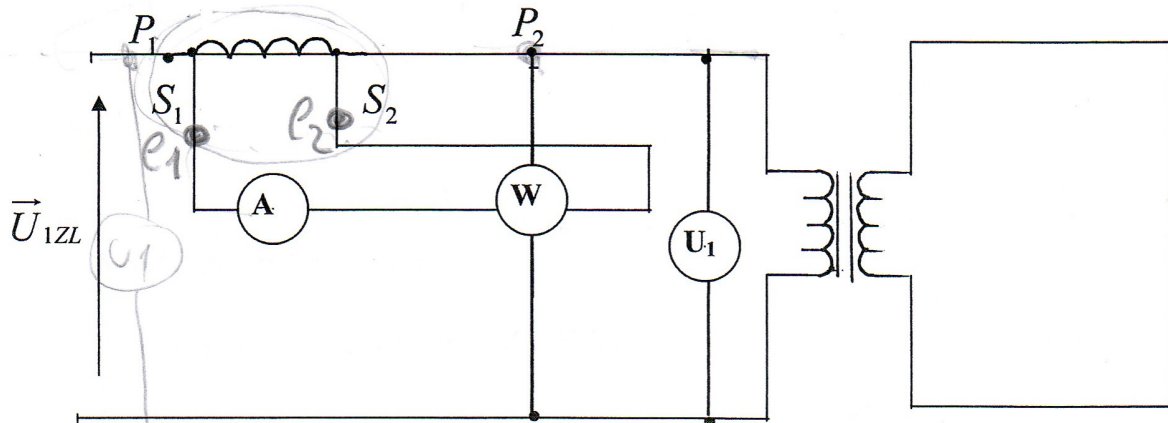
3.2 Transformadorearen zirkuitulaburreko saiakuntza

Aurrekoan ez bezala, oraingoan sekundarioko borneak elkarrekin konektatuko ditugu. Hori dela eta, oraingoan ez dugu zuzenean tentsio izendatura konektatuko primarioa. Zerora konektatuko dugu eta gutxinaka-gutxinaka igotzen joango gara, korrante izendatura heldu arte.

Saiakuntza hasi baino lehen bi gauza izan beharko ditugu kontuan. Lehenik eta behin, transformadorearen ezaugarri xaflan begiratuta korrantea zein den ikusi beharko dugu. Baliteke xaflan datu hori zuzenean ez agertzea. Kasu horretan potentzia eta tentsioen datuekin kalkulatu dugu:

$$I_n = \frac{S_n}{U_n}$$

Bestalde, baliteke lan egingo dugun korronea gure neurketa tresnentzat gehiegizkoa izatea. Beste trenea batzuk erabili baino, irtenbiderik azkarrena, intentsitate transformadorea erabiltzea izango da. Berau kokatuko dugu zirkuitua eta korronea irakurri behar duten elementuen artean, kasu honetan amperometroa eta wattmetroa. Azken atal hau kontuan izanik, hau litzateke bigarren saiakuntzarako muntaiaaren eskema:



Tentsio hain txikiekin ari garenez, irakurketa tresna digitala erabiliko dugu, neurketa zehatzagoa izan dadin, tresna analogikoen bitartez zailagoa baita hain aldaketa txikiak desberdintzea.

4. ERABILITAKO TRESNAK ETA ELEMENTUAK

Transfomadore monofasikoa:

	Hutseko tentsioak	Altua	Baxua	
Mota	TE2	220	127	V
KVA	2			
Zenb.	380			
Konex.	U/P			
Maiztasuna	50	10	15'7	A

Amperemetroa: K_A -ren balioa saiakuntza bietarako: $\frac{5}{5}=1$.

Voltmetroa: K_V -ren balioa: $\frac{300}{300}=1$.

Wattmetroa: K_W -ren balioa hutseko saiakuntzarako: $\frac{250 \cdot 5}{125} \cdot 0'4 = 4$.

K_W -ren balioa zirkuitulaburreko saiakuntzarako: $\frac{20 \cdot 5}{100} = 1$.

Polimetroa

Intentsitate transformadorea: K_{IT} -ren balioa: $\frac{15}{5} = 3$.

Tentsio sorgailua



5. EMAITZAK ETA KONKLUSIOA

Hutseko saiakuntzan hartutako neurketak:

Voltmetroa			Amperemetroa			Wattmetroa		
Irak.	K_V	Balioa	Irak.	K_A	Balioa	Irak.	K_W	Balioa
217'5	1	217'5	1'95	1	1'95	12	4	48

Oinarri teorikoan aurkezterakoan azaldu bezala, lerro hauen gainean dauden irakurketekin R_{Fe} eta X_μ parametroen balioak kalkulatzeko aukera izango dugu. Horretarako zeharreko korranteak kalkulatu ditugu, eta bidez batez potentzia faktorea eta potentzia galerak. Galerak, wattmetroak emandako balioa izango dira zuzenean, burdinekoak hain zuzen ere.

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_{Fe}}{|\vec{U}_{10}| \cdot |\vec{I}_{10}|} \quad \cos \varphi_0 = \frac{48}{220 \cdot 1'95} = 0,111888 \quad \varphi_0 = 83,58$$

Angelua ezagututa, karga bietan zeharreko korranteak kalkulatu ditzakegu, trigonometria erabiliz. Behin korranteak ezagututa, parametroen balioak ere kalkulatzeko aukera izango dugu.

$$I_{Fe} = I_0 \cdot \cos \varphi = 0,218 \quad I_\mu = I_0 \cdot \sin \varphi = 1,9378$$

$$R_{Fe} = \frac{|\vec{U}_{10}|}{|I_{Fe}|} = 1008,3 \quad X_\mu = \frac{|\vec{U}_{10}|}{|I_\mu|} = 113,53$$

Zirkuitulaburreko saiakuntzan hartutako neurketak:

Voltmetroa			Amperemetroa			Wattmetroa		
Irak.	K_V	Balioa	Irak.	K_A	Balioa	Irak.	K_W	Balioa
6'7	1	6'7	3'33	3	10	17	3	51



Serieko parametroen balioak kalkulatu ditugu orain, R_{ZL} eta X_{ZL} . Hutseko saiakuntzean gertatu bezala, potentzia faktorea eta galerak kalkulatu ditugu, karga bakoitzean gertatutako tentsio jausiaz gain. Neurketak korronte izendatuarekin hartu ditugunez, kobreako galerak wattmetroak irakurritako potentziaren berdina izango dira.

Beste balioak, lehenago azaldu bezala kalkulatu ditugu:

$$P_{ZL} = \vec{U}_{1ZL} \cdot I_{1ZL} \cdot \cos \varphi_{ZL} \quad \cos \varphi_{ZL} = \frac{P_{ZL}}{\vec{U}_{1ZL} \cdot I_{1ZL}} = \frac{51}{6'7 \cdot 10} = 0,0761$$

$$\cos \varphi_{ZL} = 85,6345$$

$$|Z_{1ZL}| = \frac{|\vec{U}_{1ZL}|}{|I_{1ZL}|} = \frac{6'7}{10} = 0,67$$

$$R_{ZL} = Z_{1ZL} \cdot \cos \varphi_{ZL} = 0,05099 \quad X_{ZL} = Z_{1ZL} \cdot \sin \varphi_{ZL} = 0,66805$$

Eta tentsio erorketak:

$$\epsilon_{ZL} = \frac{|\vec{U}_{1ZL}|}{|\vec{U}_{1n}|} \cdot \% 100 = \frac{51}{220} \cdot 100 = \% 3,045$$

$$\epsilon_{RZL} = \frac{|\vec{U}_{RZL}|}{|\vec{U}_{1n}|} \cdot \% 100 = \% 0,23177$$

$$\epsilon_{XZL} = \frac{|\vec{U}_{XZL}|}{|\vec{U}_{1n}|} \cdot \% 100 = \% 3,03659$$

Bukatzeko, eta praktikan egindakoa laburbilduz, transformadore baten parametroen balioak determinatzeko bi saiakuntza merke eta arin erabili ditzakegula ikusi dugu, laborategiko tresna arruntak erabilia.



ERANSKINA**Sekundarioa primarioa murrizketa**Sekundarioko espira kopuru berria: $N'_2 = N_1$

$$\frac{E_1}{E_2} = m \qquad \frac{E_1}{E'_2} = \frac{N_1}{N'_2} = 1 \qquad E'_2 = E_2 \cdot m \rightarrow U'_2 = U_2 \cdot m$$

Baldintza energetikoak mantenduz:

$$a) S_2 = S'_2 \rightarrow U_2 \cdot I_2 = U'_2 \cdot I'_2 \rightarrow I'_2 = \frac{I_2}{m}$$

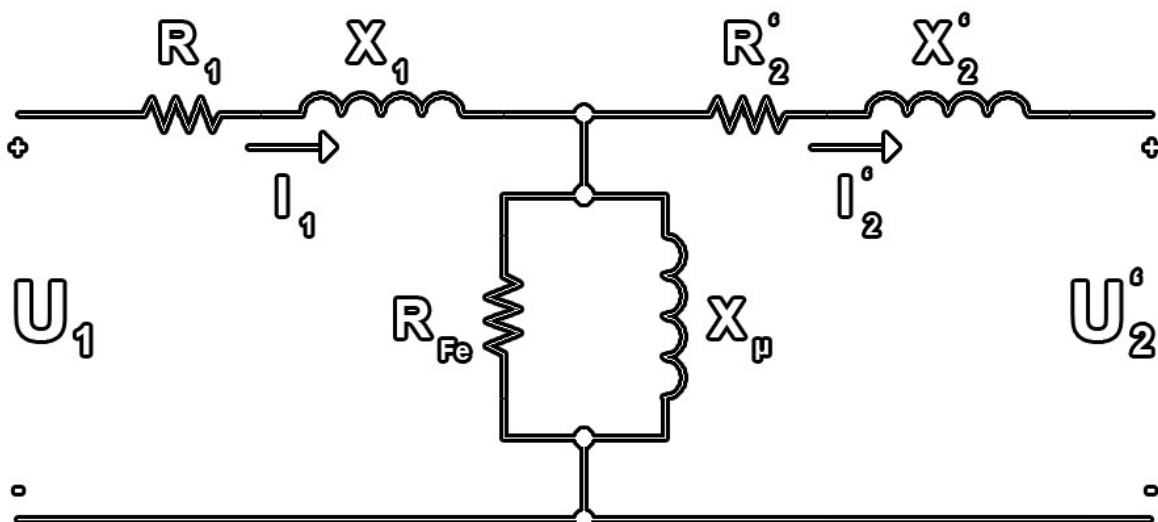
b) R_2 eta R'_2 galera berdinak:

$$R_2 \cdot I_2^2 = R'_2 \cdot I'^2_2 \rightarrow R'_2 = R_2 \cdot m^2$$

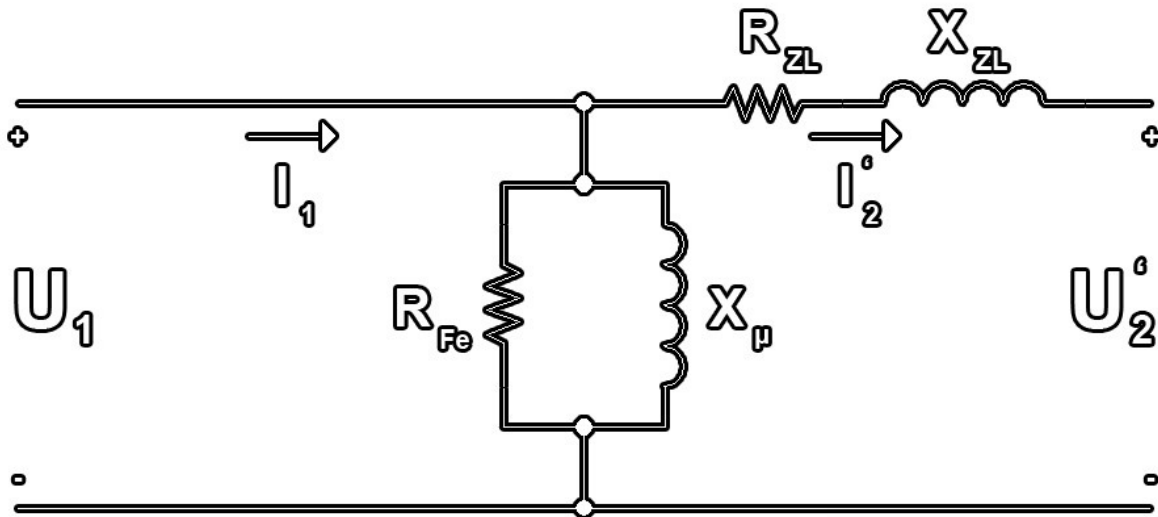
$$X_2 \cdot I_2^2 = X'_2 \cdot I'^2_2 \rightarrow X'_2 = X_2 \cdot m^2$$

$$\rightarrow Z'_L = Z_L \cdot m^2$$

Zirkuitu baliokide zehatza:



Eskema baliokide hurbildua:

Hurbilketa: $I_0 \ll I_1$ eta I'_2

$$R_{ZL} = R_1 + R'_2 \quad X_{ZL} = X_1 + X'_2$$

Primarioa sekundariora murrizketaPrimarioko espira kopuru berria: $N'_1 = N_2$

$$\frac{E_1}{E_2} = m \quad \frac{E'_1}{E_2} = \frac{N'_1}{N_2} = 1 \quad E'_1 = \frac{E_1}{m} \rightarrow U'_1 = \frac{U_1}{m}$$

Baldintza energetikoak mantenduz:

$$a) S_1 = S'_1 \rightarrow U_1 \cdot I_1 = U'_1 \cdot I'_1 \rightarrow I'_1 = I_1 \cdot m$$

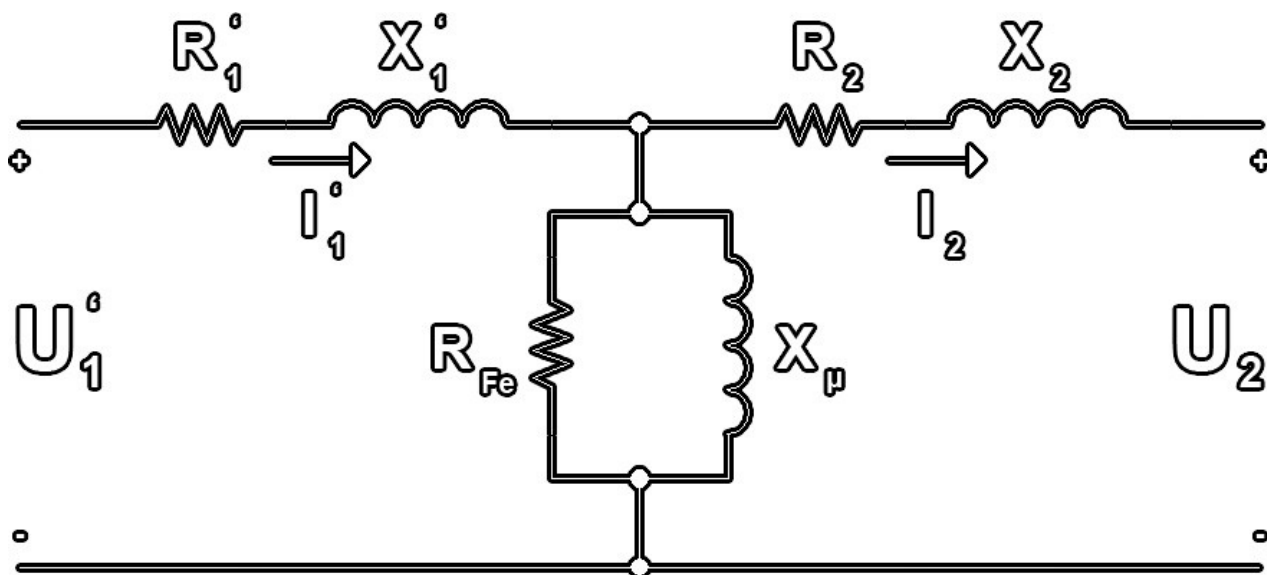
b) R_1 eta R'_1 galera berdinak:

$$R_1 \cdot I_1^2 = R'_1 \cdot I'^2_1 \rightarrow R'_1 = \frac{R_1}{m^2}$$

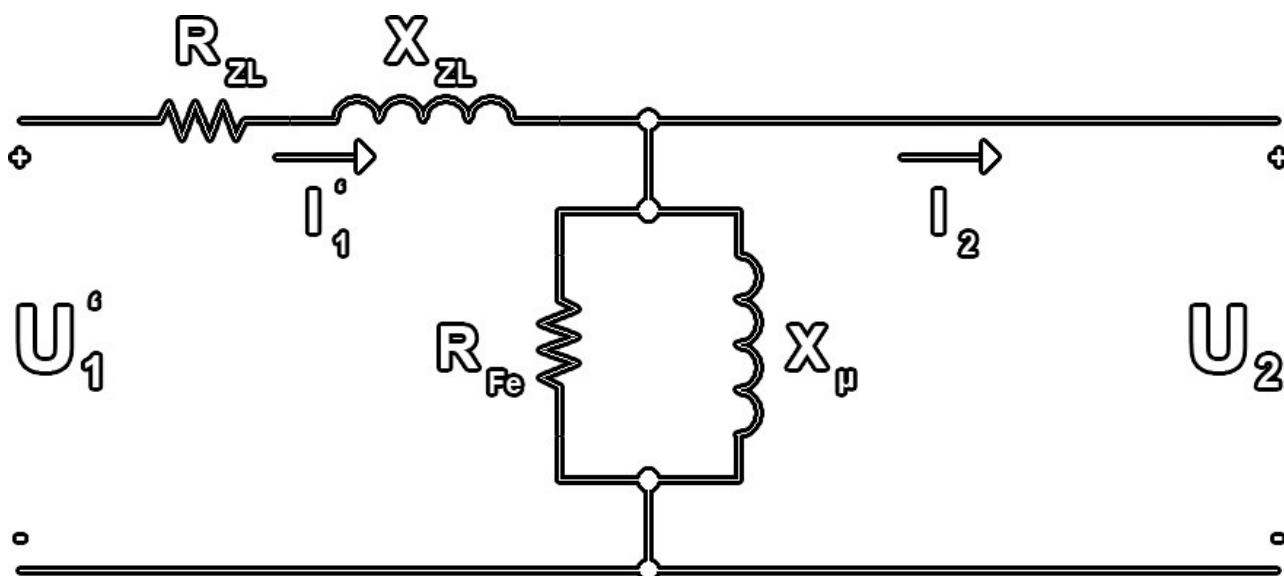
$$X_1 \cdot I_1^2 = X'_1 \cdot I'^2_1 \rightarrow X'_1 = \frac{X_1}{m^2} \rightarrow Z'_L = \frac{Z_L}{m^2}$$



Zirkuitu baliokide zehatza:



Eskema baliokide hurbildua:



Hurbilketa: $I_0 \ll I_2$ eta I'_1

$$R_{zL} = R_2 + R'_1 \quad X_{zL} = X_2 + X'_1$$

LIZENTZIA ETA AITORPENAK



Txosten hau eta bertan agertzen den informazioa **kopiatu**, **banatu** eta jendaurrean **hedatzeko baimena** duzu, baita **lan eratorriak** egiteko ere.

Betiere lanaen **kredituak aitortuz gero** eta **lan eratorriak** egitekotan **baimen berbera edo librea** den beste edozein erabiliz. Lizentzia libreen zerrenda bat FSF elkartearen web gunean aurkitu daiteke.

“Prozeduraren laburpena” atalean agertzen diren irudiak **lizentzia honetatik at** gertazen dira, ez baitira nireak. **Bilboko IITUE**-ko Industria Elektronika berezitasuneko “**Makina Elektrikoak**” ikasgaiaren erabilitako praktiken txostenetik hartuak izan dira. Txosten berean oinarritu dut esku artean duzun lana.

Lizentziari buruzko informazio zehatzagoa nahi izatekotan, jo ezazu hurrengo helbidera:

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/deed.eu>



<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/deed.eu>